

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 40 (1949)
Heft: 2

Artikel: Einführung zum Entwurf von Regeln des SEV für Lichtbogenschweisssgeräte
Autor: Hafner, H.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1060642>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 18.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

eingeführte Kohle von geringerem Heizwert ist die Wärmeäquivalenzziffer merklich kleiner. Mit einer Zahl von 5,8 gerechnet entspricht der Verbrauch von Elektrokesselenergie in den 6 Jahren vom 1. Oktober 1940 bis 30. September 1946 — den Jahren mit wesentlich gestörter Kohlenversorgung — gerade 1 Million Tonnen Kohle, das sind 11 % der im gleichen Zeitabschnitt eingeführten Kohlenmenge.

An der Deckung des gesamten Wärmebedarfes der Industrie für Dampf, Heisswasser und Warmwasser (der einschliesslich Raumheizung in guter Importkohle ausgedrückt auf jährlich zirka 650 000 Tonnen geschätzt werden kann), war die Elektrokesselenergie in den genannten 6 Jahren im Durchschnitt mit 20 % beteiligt. Besonders wertvoll war es, dass dank der guten Wasserführung gerade in der Zeit der grössten Kohlenversorgungskrise von 1944/45 auch im Winter bedeutende Energiemengen an Elektrokessel abgegeben werden konnten (vergleiche Fig. 4). Mit der vom 1. Oktober 1944 bis 30. September 1945 abgegebenen Elektrokesselenergie konnte rund $\frac{1}{3}$ des gesamten Wärmebedarfes der Industrie für Dampf-, Heisswasser- und Warmwassererzeugung gedeckt werden.

Der Besitz der Elektrokessel brachte den Fabriken auch betriebstechnische Vorteile. Die Brennstoffkessel konnten im Sommer vorübergehend ganz ausser Betrieb genommen und für Verwendung von Inlandbrennstoff umgebaut oder revidiert werden, ohne dass eine Betriebseinstellung nötig war, da die Elektrokessel in solchen Fällen voll beliefert wurden. Bei den geringen Importkohlenzuteilungen gegen Ende des Krieges hätte in vielen Fällen die Produktion ohne Elektrokessel gar nicht ungestört aufrecht erhalten werden können, da die Leistungsfähigkeit der Brennstoffkessel bei Verwendung von Inlandbrennstoffen wesentlich zurückging.

Trotz der Bedeutung der Elektrokessel für die Dampf, Heisswasser und Warmwasser verbrauchende Industrie darf nicht übersehen werden, dass die Rolle, die sie in der gesamten Wärmeversorgung des Landes spielen, doch bescheiden ist. In den nächsten Jahren darf mit einem durchschnittlichen jährlichen Energieverbrauch durch Elektrokessel von etwa 1,3 Milliarden kWh gerechnet werden, was einer Kohlenmenge von rund 200 000 t entspricht, das sind 6 % des schweizerischen Vorkriegskohlenverbrauches.

Einführung zum Entwurf von Regeln des SEV für Lichtbogenschweisssgeräte²⁾

Von H. Hafner, Zürich

389.6 : 621.791.735 (494)

Im Bulletin SEV 1948, Nr. 25, erschienen die Entwürfe zu Regeln des SEV für Lichtbogenschweisssgeneratoren und Lichtbogenschweisstransformatoren; es wurde gleichzeitig ein Kommentar in Aussicht gestellt. H. Hafner, Protokollführer des Fachkollegiums 26 des CES, der Sachbearbeiter bei der Aufstellung der beiden Entwürfe war, begründet darin die wichtigen Punkte der Regeln. Dieser Kommentar dürfte deshalb geeignet sein, das Verständnis der Regeln zu vertiefen.

Les projets de Règles de l'ASE pour les génératrices et groupes convertisseurs de soudage à l'arc en courant continu, ainsi que pour les transformateurs de soudage à l'arc, ont été publiés dans le Bulletin de l'ASE 1948, n° 25. La publication d'un commentaire était annoncée. Dans la présente introduction, M. Hafner, secrétaire du Comité Technique 26 du CES, qui a collaboré en qualité d'expert à l'élaboration de ces deux projets, fournit de plus amples informations sur les points essentiels de ces Règles. Ce commentaire permettra de mieux se rendre compte des motifs qui justifient certaines dispositions de ces nouvelles Règles.

An der Diskussionsversammlung des SEV vom 24. Mai 1945 in Zürich hielt W. Werdenberg, Präsident des Fachkollegiums (FK) 26 des Schweizerischen Elektrotechnischen Komitees (CES), einen orientierenden Vortrag über die Aufstellung von Regeln für Lichtbogenschweisssgeräte¹⁾. Der damals besprochene erste Entwurf ist seither vom FK 26 weiter beraten und wiederholt geändert worden. Es scheint uns deshalb gerechtfertigt, die jetzt veröffentlichten Regeln²⁾ im Detail zu kommentieren und dem Leser mitzuteilen, was sich das Fachkollegium bei der Abfassung der massgebenden Bestimmungen gedacht hat. In diesem Sinne sollen zuerst die wichtigen Ziffern der Regeln für Gleichstrom-Lichtbogen-Schweisss-Generatoren und -Umformer behandelt werden. Nachher werden nur noch diejenigen Ziffern der Regeln für Lichtbogen-Schweisstransformatoren berührt, die nicht als eine selbstverständliche sinngemässe Übertragung der Bestimmungen für den Generator auf den Transformator erscheinen und darum einer Erklärung bedürfen.

Die von W. Werdenberg in seinem Vortrag dargestellten allgemeinen Gesichtspunkte bilden immer noch das Fundament der Regeln.

Regeln für Gleichstrom-Lichtbogen-Schweisss-Generatoren und Umformer (s. Bull. SEV 1948, Nr. 25, S. 859)

I. Geltungsbereich

Ziff. 1: Die Regeln gelten nicht für Umformer, die für automatische Schweisseinrichtungen bestimmt sind, auch nicht für Umformer für Mehrstellenschweissanlagen; denn im ersten Fall handelt es sich um Generatoren, die im Dauerbetrieb arbeiten, und im zweiten Fall um Konstantspannungsgeneratoren, die keine stromabhängige Arbeitsspannung abgeben.

III. Definitionen

Ziff. 4 und 5: Der genormte Handschweisssbetrieb. Der Lichtbogenschweisssbetrieb, wie er durch den Menschen von Hand ausgeführt wird, ist naturgemäss auch in seiner übertriebensten Form nie ein Dauerbetrieb. Die Belastung der Energiequelle wird ständig unterbrochen, bald durch das Einsetzen neuer Elektroden, bald durch den Beginn einer

¹⁾ vgl. Werdenberg, W.: Orientierung über den Entwurf zu Regeln des SEV für Lichtbogenschweisssgeräte. Bull. SEV Bd. 36(1945), Nr. 13, S. 390...393.

²⁾ Bull. SEV 1948, Nr. 25, S. 859 und 861.

neuen Naht oder durch das Wechseln der Position des Schweissobjektes, auch durch das Abschlacken.

Die Belastungsdauer (Zeit, während welcher der Belastungsstrom fliesst) und die Pausenlänge sind so mannigfaltig, dass es nötig ist, eine Betriebsart zu normen, welche für die Erwärmungsprüfung der Schweissgeräte anzuwenden ist und die den beobachteten praktischen Verhältnissen möglichst gut entspricht. Man musste sich nun entscheiden, ob der genormte Handschweissbetrieb einem leichten, mittelschweren oder strengen Schweissbetrieb entsprechen soll; alle Arten des Schweissbetriebes sind in der Praxis vertreten, und man weiss ja bei Belieferung ab Lager nie zum vornherein, in welche Art Betrieb ein Gerät kommt. Die auch mögliche Lösung, Typen für verschieden schwere Betriebsarten zu schaffen, wurde im Interesse einer einfachen, klaren Regelung abgelehnt. Der genormte Handschweissbetrieb nach Ziff. 5 entspricht einem sehr strengen Schweissbetrieb; er tritt auf, wenn am grossen Schweissobjekt lange Nähte geschweisst werden oder auch bei gut ausgebauter Seriefabrikation mit mittelgrossen Stücken, sofern der Stückwechsel kleine Zeiten beansprucht. Messungen an Schweißstellen dieser Art ergeben um so grössere Werte der relativen Belastungsdauer, je kürzer die Beobachtungszeit ist. Über eine längere Beobachtungsdauer werden kleinere mittlere Werte der relativen Belastungsdauer registriert, weil dann die von Zeit zu Zeit naturgemäss auftretenden grösseren Pausen mit eingeschlossen sind.

Der schwere Schweissbetrieb nähert sich am meisten dem idealen Dauerbetrieb mit aussetzender Belastung (DAB). Folgende Werte der relativen Einschaltdauer t_e sind für ihn charakteristisch:

Beobachtungsdauer h	t_e %
$\frac{1}{4}$	75...80
1	70
4	60
Arbeitstag	45, selten bis 50

Bedenkt man, dass der moderne Schweissgenerator mit seiner gut ausgenutzten, relativ leichten und stark ventilierten Rotorwicklung eine kleine thermische Zeitkonstante von nur zirka 10...30 min hat, so ist die dem Generator-Handschweissbetrieb zugeordnete relative Belastungsdauer von 60 % nicht zu reichlich, trotzdem sie um 5 % höher angesetzt ist als die von 55 % des Handschweissbetriebes nach VDE 0540. Im Handschweissbetrieb sind in der Belastungsdauer 2 s Kurzschlusszustand enthalten. Dies geschah nur im Hinblick auf die Prüfung der Kommutation; auf die Erwärmung der Wicklung hat der Kurzschlusszustand wegen seiner kurzen Dauer keinen Einfluss. Im praktischen Betrieb tritt ja jedesmal beim Zünden des Lichtbogens durch Betupfen des Schweissobjektes mit der Elektrode ein Kurzschlusszustand ein, welchem der Kollektor und die Bürsten ohne schädliche Wirkung standhalten müssen.

Ziff. 7: Arbeitsspannung. Der Begriff der genormten Arbeitsspannung ist für die Prüfung des Regelbereiches eines Schweissgerätes nötig. Ver-

altete Regeln begnügten sich mit der Angabe einer bestimmten Lichtbogenspannung von z. B. 25 V. Da konnte es vorkommen, dass bei Einstellung des grössten Schweißstromes von beispielsweise 270 A Sollwert, dieser im Prüffeld gemessen wurde für 25 V Spannung an den Schweiss-Klemmen; an der Schweißstelle des Benützers aber stellte sich ein kleinerer Strom ein, weil für Elektroden dieser Stromstärke die Lichtbogenspannung grösser als 25 V war, und weil für solche Stromwerte die Spannungsabfälle in den Schweisskabeln ins Gewicht fallen. Der Sollwert des Stromes wird an der Schweißstelle tatsächlich geleistet, wenn die Arbeitsspannung der betreffenden Einstellung den wirklich vorliegenden Verhältnissen entspricht. Die Arbeitsspannungswerte der Ziff. 7 sind mittlere Werte, die in der Praxis bei Verwendung der in der Schweiz üblichen Elektroden beobachtet worden sind. Der Spannungsabfall in den Schweisskabeln normaler Länge ist in den Werten inbegriffen. Liefert ein nach den Regeln konstruiertes Gerät den garantierten grössten einstellbaren Strom nicht, so liegt die Ursache in der Abweichung von den normalen Verhältnissen, z. B. in der Verwendung von zu langen oder von zu dünnen Kabeln oder von Spezialelektroden mit einer abnormal hohen Lichtbogenspannung. Die Normung der Arbeitsspannung hat auch ihre Rückwirkung auf die Dimensionierung des Motors. Wird sie zu tief angesetzt, so ist der Motor überlastet, weil die wirklich abgegebene elektrische Leistung (Produkt aus Schweißstrom und Arbeitsspannung) dann grösser wird als die bei der Berechnung vorausgesetzte. Umgekehrt, bei zu hoch genormten Werten, wird eine Überdimensionierung des Motors verfügt. Das Fachkollegium war um eine möglichst gute Erfassung der wirklichen Verhältnisse bemüht.

Ziff. 11: Der *Nennschweißstrom* ist derjenige Strom, für welchen der Umformer gebaut ist unter der Annahme, es werde mit ihm im Handschweissbetrieb nach Ziff. 5 gearbeitet, also in einem extrem strengen Betrieb.

Ziff. 13: Die *Dimensionierung und Absicherung der Zuleitung* für Lichtbogenschweissgeräte ist in § 129, Ziff. 3 und 4³⁾, der Hausinstallationsvorschriften des SEV geregelt. Diese Vorschriften stützen sich auf den grössten Motorstrom, welcher dann auftritt, wenn der Motor die grösste Leistung abgeben muss. Dies tritt bei Belastung des Generators mit dem grössten einstellbaren Strom bei genormter Arbeitsspannung auf. Es ist aber damit zu rechnen, dass in Wirklichkeit die Arbeitsspannung gelegentlich über den genormten Wert steigt, sei es, dass mit zu langem Lichtbogen, sei es, dass mit Spezialelektroden mit abnormal grosser Lichtbogenspannung geschweisst wird. Nun hängt es von der Form der äusseren Charakteristik des Generators ab, ob wegen der erhöhten Arbeitsspannung die Generatorleistung und damit auch die Motorleistung steigt, gleich bleibt oder sinkt. Verläuft die Charakteristik sehr flach, so geht die Generatorleistung zurück, weil mit zunehmender Arbeitsspannung der Strom

³⁾ s. Bull. SEV Bd. 38(1947), Nr. 11, S. 321.

stärker abnimmt als die Spannung gestiegen ist; verläuft sie sehr steil, so nimmt die Generatorleistung zu, weil mit steigender Arbeitsspannung der Strom sich nur wenig ändert. Die Installation muss auch für einen Generator, der mit steiler Charakteristik auf einen langen Lichtbogen arbeitet, genügen. Auch der Motor muss dieser möglichen Überbeanspruchung gewachsen sein, darum enthält die Ziff. 19, welche sich auf die Erwärmungsprüfung des Motors bezieht, die gleichartige zusätzliche Forderung: die Messung mit einer um 10 V über den genormten Wert hinaus erhöhten Arbeitsspannung, aber mit sonst unveränderten Bedingungen, zu wiederholen.

IV. Forderungen und Prüfungen

Ziff. 14: Leerlaufspannung. Es ist einer der Vorteile der Gleichstromschweissung, dass die Leerlaufspannung an den Schweissklemmen nicht unbedingt ein Mass für die guten dynamischen Eigenschaften eines Generators zu sein braucht. Die Wahl von 120 V als Grenze ist für Gleichstrom hoch angesetzt; man wollte damit die technische Entwicklung nicht hemmen. Es sind Geräte verschiedener Provenienz im Handel bekannt, die mit wesentlich niedrigerer Leerlaufspannung den heutigen Bedürfnissen vollauf genügen. Das Problem der Leerlaufspannung ist beim Transformator wichtiger; es sei auf dessen Erläuterung im Abschnitt Transformatoren verwiesen.

Ziff. 17 und 20: Regulierbereich. Die Bestimmungen über den Regulierbereich weichen in den verschiedenen Landesregeln stark voneinander ab. Diese Bestimmungen sind die Quintessenz der Regeln. Sie sollen einen Vergleich der Geräte verschiedener Herkunft ermöglichen; sie sollen den unlauteren Wettbewerb ausschliessen und dem Käufer neben der für den praktischen Betrieb nötigen Leistungsfähigkeit des Gerätes auch eine befriedigende wirtschaftliche Ausbeute des Materials gewährleisten. Das Fachkollegium hat für die Abklärung der Regelbereichbestimmungen viel Zeit verwendet. Solange rein technische Aufgaben vorliegen, ist die Lösung mit der exakten Problemstellung meistens auch gefunden. Sobald aber auch wirtschaftliche Fragen einzubeziehen sind, wird die Behandlung schwieriger und es sind besondere Verhältnisse zu berücksichtigen.

Die deutschen Regeln für Schweissgeräte wurden in den Jahren 1938 und 1939 modernisiert, also in einer Periode der Aufrüstung, der forcierten Massenfabrication. Den Schweissgeräten war darin eine wichtige Rolle zugewiesen. Es wurde darum in den VDE-Regeln bestimmt, dass der grösste einstellbare Strom des Gerätes der Nennstrom sei. Nach VDE sind die Schweissgeräte so zu dimensionieren, dass der grösste einstellbare Strom im genormten Handschweissbetrieb ($t_e = 55\%$) vom Gerät ohne unzulässige Erwärmung abgegeben werden kann. Diese Bestimmung führt zu schweren Geräten, die nur voll ausgenutzt sind, d. h. warm werden, wenn mit dem grössten Strom der strenge Handschweissbetrieb bewältigt wird. Für alle ebenso strengen Ar-

beiten mit kleinerem Strom als dem grössten sind die Geräte nicht ausgenutzt, d. h. überdimensioniert.

In der Schweiz liegen die Verhältnisse ganz anders. Es herrscht die mittelgrosse Werkstatt mit ihrem mittelschweren Schweissbetrieb vor und es wäre unverantwortlich gewesen, der Mehrzahl der Abnehmer von Schweissgeräten wegen einiger möglicher extremer Einzelfälle den Ankauf überdimensionierter und darum unwirtschaftlicher Schweissgeräte aufzuzwingen, um so mehr, als es ja jedem Hersteller freisteht, für Sonderfälle schwerere Geräte zu konstruieren.

In Ziff. 20 heisst es, dass der Nennwert des grössten einstellbaren Stromes nicht grösser als das 1,3fache des Nennschweißstromes sein dürfe. Im Gegensatz zu den VDE-Vorschriften darf der grösste einstellbare Strom also grösser sein als der Nennstrom. An Hand eines Beispiels lässt sich die Bedeutung dieser Bestimmung am leichtesten erfassen.

Es sei angenommen, ein Schweissgenerator sei für einen Nennstrom I_n dimensioniert. Im genormten Handschweissbetrieb ($t_e = 60\%$) führt der Anker des Generators während 60% der 120 s langen Spieldauer t_p den Nennstrom I_n . Der Anker hat den Widerstand R . Die mittlere Leistung der Wärmeproduktion beträgt

$$P_v = 0,6 I_n^2 R \quad (1)$$

Diese Wärmeproduktion erträgt er dauernd, denn für den Nennstrom ist er ja gebaut. Die Reguliervorrichtung ermöglicht nun, den k -fachen Betrag des Nennstromes einzustellen.

$$I = k I_n \quad (2)$$

welcher dem Anker mit einer relativen Einschalt-dauer t_{ek} entnommen wird. Er erzeugt die Verlustwärme

$$t_{ek} (k I_n)^2 R \quad (3)$$

Die zulässige Grenzerwärmung des Ankers wird gerade gleich der durch den Nennstrom im Handschweissbetrieb erreichten, wenn

$$t_{ek} k^2 I_n^2 R = 0,6 I_n^2 R \quad (4)$$

daraus folgt

$$t_{ek} = \frac{0,6}{k^2} \quad (5)$$

Ziff. 20 gibt für k einen Grenzwert von 1,3 an. Dieser durch die Regeln erlaubte grösste einstellbare Strom erzeugt keine unzulässige Erwärmung im Anker, sofern die relative Belastungsdauer des Schweissbetriebes nicht grösser ist als

$$\frac{0,6}{1,3^2} = 0,35, \text{ d. h. } 35\%$$

Es ist die durch Messungen an Schweißstellen erhärtete Überzeugung des Fachkollegiums, dass in den meisten Fällen eine relative Belastungsdauer von 35% für Schweissgeneratoren im mittelschweren Schweissbetrieb genügt. Wenn mit einer höheren relativen Belastungsdauer als der zulässigen ge-

schweisst wird, so wird die zulässige Erwärmung überschritten, was bei häufiger Wiederholung auf Kosten der Lebensdauer des Generators geschieht. Um den Benutzer des Schweissgenerators auf diese Gefahr besonders aufmerksam zu machen, verlangt Ziff. 17 eine auffallende Kennzeichnung des über dem Nennstrom liegenden Regelbereiches, denn für diesen Teil ist nach Gl. (2) und (5), da k grösser als 1 wird, die höchstzulässige relative Belastungsdauer immer kleiner als 0,6. Es wird also, ohne dass es ausdrücklich gesagt wird, angenommen, dass für alle Stromwerte des Regelbereiches unterhalb des Nennstromes die zulässige relative Belastungsdauer mindestens 60 % betrage. Mit dem nach den Regeln des SEV gebauten Generator kann also vom kleinsten Strom bis zum Nennstrom unbedenklich auch im strengsten Betrieb geschweisst werden. Der über dem Nennstrom liegende Regulierbereich genügt für den mittelschweren Betrieb.

Ziff. 20 erlaubt dem Hersteller von Schweissgeneratoren eine Toleranz von $\pm 5\%$ des wirklich einstellbaren grössten Stromes gegenüber dem auf dem Leistungsschild angegebenen Wert. Dies geschah im Hinblick auf die Tatsache, dass bei seriemässiger Herstellung von Schweissgeneratoren mit einer Streuung von $\pm 5\%$ des wirklichen Wertes des grössten einstellbaren Stromes gegenüber dem Sollwert (Nennwert) zu rechnen ist. Diese Bestimmung ist so aufzufassen, dass für die Erwärmungsprüfung nach Ziff. 18 c der auf dem Leistungsschild angegebene Wert massgebend ist, sofern der wirklich einstellbare Strom noch etwas grösser gemacht werden könnte, und dass der Käufer eventuell einen bis um 5 % reduzierten grössten Strom in Kauf nehmen muss. Dieses Zugeständnis an den Hersteller erübrigt eine Kontrolle der Regulierung zusammen mit einer individuellen Erwärmungsprüfung aller Nummern einer Serie. Der Hersteller kommt mit einer Typenprüfung aus, was im Interesse einer rationalen Fabrikation liegt.

Ziff. 25: *Radiostörvermögen*. Die Verfügung des Eidg. Post- und Eisenbahndepartementes betreffend die Störfähigkeit elektrischer Apparate kleiner Leistung vom 15. Dezember 1942 bestimmt, dass bei elektrischen Haushaltapparaten und elektrischen Apparaten für Handel, Gewerbe und Industrie, deren Leistung 1 kW nicht überschreitet, die Störspannung im Frequenzbereich von 150 bis 1500 kHz den Wert 1 mV nicht überschreiten darf. Die Bestimmung der Störspannungen erfolgt nach den Empfehlungen der CISPR mit dem Standard-Störmessplatz Typ CISPR.

Die Leistung der Schweissgeneratoren liegt eine Grössenordnung höher als 1 kW. Die Bestimmung nach Ziff. 25 ist somit ein freier Entschluss des Fachkollegiums, der sich durchsetzen konnte, als Messungen an normalen, seriemässig hergestellten Schweissumformern verschiedener schweizerischer Provenienz die Wirksamkeit sehr einfacher Massnahmen erwiesen hatten. Der Motor des Umformers stört nicht, sofern er ein Asynchronmotor ist, was in den meisten Fällen zutrifft. Die eigentliche Störquelle ist der Kollektor des Generators. Die Störung

wird durch Strahlung an das den Motor speisende Netz übertragen. Versuche haben gezeigt, dass z. B. durch die Anwendung einer symmetrischen Schaltung der Hilfspolwicklungen zum Anker und eine kurze Verbindung der Schweisskabel-Klemmen über Kondensatoren von 0,1...1 μF mit dem Generatorgehäuse die Störung stark reduziert wird.

Regeln für Lichtbogen-Schweisstransformatoren (s. Bull. SEV 1948, Nr. 25, S. 861)

I. Geltungsbereich

Transformatoren für Schutzgasverfahren, z. B. Arcatom- oder Heliarc-Verfahren, sind nicht inbegriffen.

Ziff. 13: § 129, Ziff. 3 und 4³⁾ der Hausinstallationsvorschriften des SEV regelt die *Dimensionierung und Absicherung von Zuleitungen zu Schweissstransformatoren*. Diese Vorschriften stützen sich auf den grössten primären Kurzschlußstrom des Schweissstransformators. Dieser tritt auf, wenn der grösste Schweißstrom bei kurzgeschlossenen Schweissklemmen eingestellt wird. Diese Messung lässt sich leicht durchführen. Der bei gezogenem Lichtbogen auftretende grösste Primärstrom ist eigentlich die für die Dimensionierung der Zuleitung massgebende Grösse. Er ist um zirka 15...20 % kleiner als der Kurzschlußstrom; dies ist in § 129, Ziff. 3 und 4³⁾ der Hausinstallationen berücksichtigt werden.

IV. Forderungen und Prüfungen

Ziff. 15: *Leerlaufspannung*. Die Angabe einer höchstzulässigen Leerlaufspannung ist eine schwierige Angelegenheit, weil die Forderung nach guten Schweisseigenschaften für dünne und für Spezial-Elektroden und die Forderung nach ungefährlichem Betrieb einander entgegenstehen. Wo liegt der goldene Mittelweg? Das Fachkollegium ist sich wohl bewusst, dass Spannungen von der Grössenordnung von 120 V eine vorsichtige Handhabung des Gerätes verlangen, aber es ist auch zu sagen, dass eine wesentlich tiefere Spannung immer noch nicht als ungefährlich betrachtet werden könnte. Sorglosigkeit könnte mit einer Spannung unter 50 V gewährleistet sein, mit welcher sich aber viele wichtige Schweissarbeiten nicht befriedigend ausführen lassen. Wenn also schon aufgepasst werden muss, so sollen die Regeln der technischen Entwicklung nicht durch eine pseudo-vorsichtige Einengung unbequeme Fesseln anlegen. Im Protokoll der Sitzung des Comité d'Etudes Nr. 26 der CEI vom 23./24. Juni 1938 in Torquay ist dieselbe Ansicht vertreten. Im übrigen ist anzunehmen, dass die Schweisser richtig instruiert sind.

Die belgischen Regeln kennen einen «poste à sécurité renforcée», dessen Leerlaufspannung nicht grösser als 35 V sein darf. Als Lösung dieser Aufgabe ist eine automatische Einrichtung bekannt geworden, welche darin besteht, dass eine primärseitig vorgeschaltete Drosselspule die Leerlaufspannung abfallen lässt. Während des Schweissens wird die Drosselspule durch ein Schütz kurzgeschlossen, so

dass die volle Leerlaufspannung für den Zündvorgang wirksam ist. Eine Verfügung der belgischen Regierung schreibt diesen «poste de sécurité» überall dort vor, wo grosse metallische Massen geschweisst werden, also offenbar in Werften und grossen Kesselschmieden. Das FK 26 hat die Schaffung eines solchen Transformators mit erhöhter Sicherheit nicht in Erwägung gezogen, weil man die Sicherheit nicht von der Zuverlässigkeit einer recht komplizierten Automatik abhängig machen wollte, besonders nicht im rauen Schweissbetrieb.

Ziff. 21: Regulierbereich. Nach Ziffer 21 ist ein Verhältnis des grössten einstellbaren Stromes zum Nennstrom bis zum Wert 1,7 erlaubt. Die höchstzulässige relative Belastungsdauer für den grössten einstellbaren Strom ist somit nach Gl. (5)

$$t_{ek} = \frac{0,6}{1,7^2} = 0,21, \text{ d. h. } 21\%$$

Das FK 26 wollte mit dem grössten Strom so weit gehen, als damit der mittelschwere Schweissbetrieb ohne unzulässige Erwärmung gerade noch bewältigt werden kann. Auf Grund von Messungen der relativen Belastungsdauer an Schweißstellen kann gesagt werden, dass der Tagesmittelwert der relativen Belastungsdauer des mittelschweren Betriebes zirka 20 % beträgt, selten bis 25 % steigt. Schweißtransformatoren haben eine natürliche Luftkühlung, keine forcierte Ventilation wie die Schweissgeneratoren. Ihre thermische Zeitkonstante ist darum mit zirka 2 h viel grösser als die der Generatoren. Ihre Erwärmung kann den kurzzeitigen Schwankungen der relativen Belastungsdauer einer Schweißstelle nicht folgen. Für die Erwärmung von Schweissstransformatoren ohne forcierte Kühlung ist der Tagesmittelwert der relativen Belastungsdauer massgebend.

Ziff. 18: Kondensatoren. Inzwischen ist die mit der Regelung der Dimensionierung der Kondensatorbatterie betraute Unterkommission des Fachkollegiums zu einem Ergebnis gelangt. Ein ausführlicher Bericht darüber wird hier nächstens erscheinen.

Zusammenfassung

Als Hauptmerkmale der Regeln für Schweissgeräte kann zusammenfassend gesagt werden:

1. Die Schweissgeräte sind für einen Nennstrom von 60 % relativer Belastungsdauer zu dimensionieren. Bis zu diesem Stromwert sind sie einem sehr strengen Schweissbetrieb ohne Überschreitung der Erwärmungsgrenzen nach SREM bzw. SRET gewachsen.

2. Diesem strengen Schweissbetrieb ist der genormte Handschweissbetrieb (HSB) äquivalent. Für die Erwärmungsprüfungen ist der HSB massgebend.

3. Der Regelbereich ist für Schweissgeneratoren bis zum 1,3fachen Nennstrom und für die Transformatoren bis zum 1,7fachen Nennstrom erweitert.

4. Der über dem Nennstrom liegende Teil des Regelbereiches ist auffallend zu kennzeichnen, um den Benutzer daran zu erinnern, dass in diesem Teil eine unzulässige Überlastung möglich ist. Der grösste einstellbare Strom hat die kleinste zulässige relative Belastungsdauer und zwar 35 % für den Generator und 21 % für den Transformator. Diese Werte gewährleisten für den gekennzeichneten Regelbereich den in der Schweiz vorherrschenden mittelschweren Schweissbetrieb ohne unzulässige Erwärmung.

Die Wirksamkeit der auffallenden Kennzeichnung des über dem Nennstrom liegenden Regelbereiches als Schutz vor schädlicher Überlastung wird erst auf Grund der Erfahrungen beurteilt werden können.

Was die Willkür der Belastungsschwankungen anbetrifft, gleicht der Schweissbetrieb der Belastungsart eines Bahnmotors. Dort bedient man sich des Schutzes, den die Isolation Klasse B (z. B. Bindemittel enthaltende Produkte aus Asbest, Mica, Glas usw.) gegen die schädliche Wirkung allfälligen Überlastens bietet. Dieser Weg steht natürlich jedem Hersteller von Schweissgeräten offen.

Adresse des Autors:

H. Hafner, Ingenieur, Maschinenfabrik Örlikon, Zürich 50.

Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

Kabelmuffendefekt infolge unzuweckmässiger Distanzstege

621.315.687.2

Wir verdanken dem EW Winterthur folgende Mitteilung:
In einer Kabelzweigmuffe entstand ein Kurzschluss. Die Untersuchung hat ergeben, dass daran der sogenannte

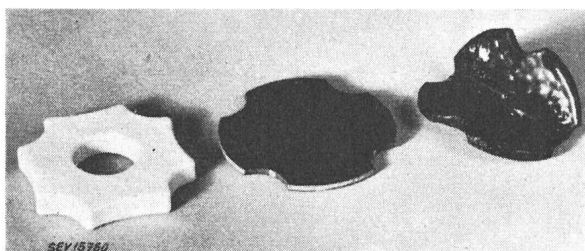


Fig. 1

Distanzsteg aus Isolierpreßstoff schuld war, weil er vollständig zusammengeknickt war, so dass sich die Leiter berührten.

Daraufhin angestellte Versuche haben ergeben, dass solche Distanzstege aus Preßstoff oder Hartpapier schon bei normaler Temperatur der einzufüllenden Kabelmasse ihre mechanische Festigkeit verlieren und schon beim kleinsten Drücken einknicken und Wasserdampf abgeben. Fig. 1 illustriert, dass sich solche Distanzstege nicht als Ersatz für die früher ausschliesslich verwendeten Porzellan-Distanzstege eignen.

(Wir laden die Elektrizitätswerke ein, uns laufend derartige kleine Mitteilungen von Erfahrungen mitzuteilen. Red.)

Maschinelle Reinigung von Rohrleitungen

627.844.004.67

Unter dem Vorsitz von Regierungsrat J. Kägi, Erlenbach, hielt der Linth-Limmatverband am 30. November 1948 im Restaurant «Du Pont» seine dritte Mitgliederversammlung ab.

Als Referenten sprachen F. G. Rüfenacht, und P. von Arx über «Die maschinelle Reinigung von Rohrleitungen».